

①

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES PATENTAMT



Int. Cl.:

H 01 J, 43/24
H 01 J, 31/50

②

Deutsche Kl.:

21 g, 13/19
21 g, 29/40

⑩

⑪

⑫

⑬

⑭

⑮

⑯

US 3,564,323
Patentschrift 1 808 659

Aktenzeichen: P 18 08 659.4-33

Anmeldetag: 13. November 1968

Offenlegungstag: 4. Juni 1969

Auslegetag: 11. Februar 1971

Ausgabetag: 9. September 1971

Patentschrift stimmt mit der Auslegeschrift überein

Ausstellungspriorität: —

⑳

Unionspriorität

㉑

Datum: 14. November 1967

㉒

Land: Japan

㉓

Aktenzeichen: 73824

㉔

Bezeichnung: Sekundärelektronenvervielfacher

㉕

Zusatz zu: —

㉖

Ausscheidung aus: —

㉗

Patentiert für: Matsushita Electric Industrial Co., Ltd., Osaka (Japan)

Vertreter: Leinweber, Dipl.-Ing. H.; Zimmermann, Dipl.-Ing. H.;
Patentanwälte, 8000 München

㉘

Als Erfinder benannt: Maeda, Haruo, Tokio

㉙

Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:
FR-PS 1 352 643

Bei der Bekanntmachung der Anmeldung ist ein Prioritätsbeleg
ausgelegt worden.

FIG. 1a

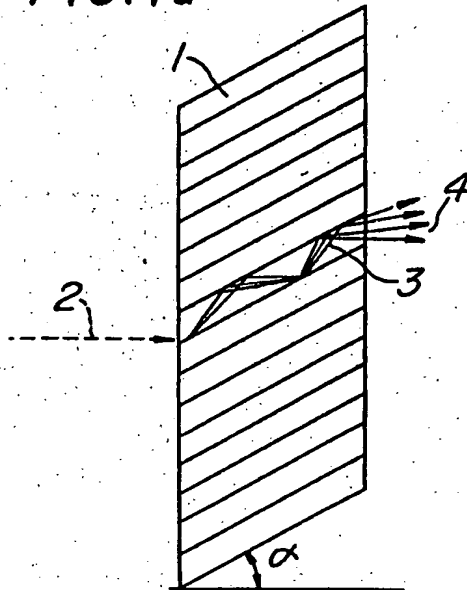


FIG. 1b

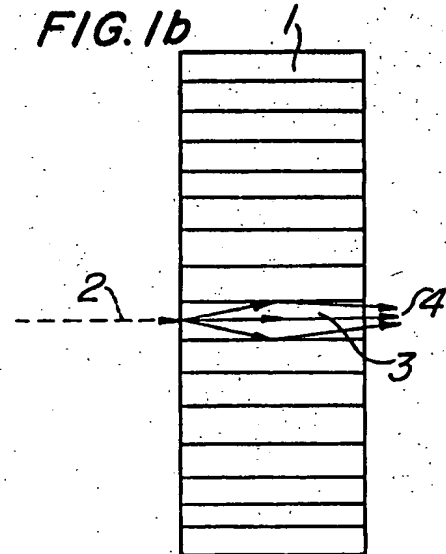


FIG. 2a

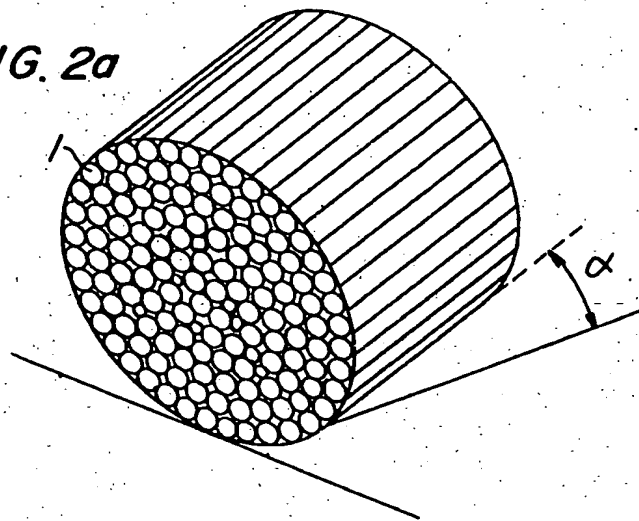
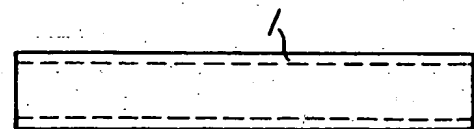
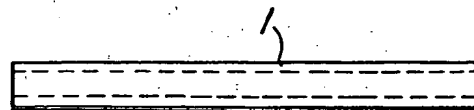


FIG. 2b



FIG. 2c



Die Erfindung betrifft einen Sekundärelektronen-vervielfacher, der eine Vielzahl von Kanalröhren aufweist, die einen Sekundärelektronen emittierenden Innenbelag haben.

Derartige Sekundärelektronenvervielfacher sind bekannt (französische Patentschrift 1 352 643). Sie weisen einen kreisförmigen Querschnitt auf, so daß die durch die einfallenden Primärelektronen ausgelösten Sekundärelektronen einen vom Kreisdurchmesser abhängigen Weg zurückzulegen haben, bevor sie neuerlich auf den Sekundärelektronen emittierenden Innenbelag der Kanalröhren auftreffen und dort weitere Sekundärelektronen auslösen.

Aufgabe der Erfindung ist es, den Weg der Sekundärelektronen zwischen den Berührungspunkten mit dem Sekundärelektronen emittierenden Innenbelag zu verkürzen und die Verstärkerwirkung zu erhöhen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Kanalröhren einen ovalen Querschnitt haben, in einem Winkel zur Fortpflanzungsrichtung der einfallenden Primärelektronen angeordnet sind und an ihren Einlaß- und Auslaßenden kreisförmige Schnittflächen aufweisen.

Der flach ovale Querschnitt der Kanalröhren führt dazu, daß die Elektronen nicht mehr einen vom Durchmesser eines Kreises abhängigen Weg bis zum nächsten Auftreffen auf den Innenbelag der Kanalröhre zurückzulegen haben, wobei der Kreisdurchmesser hier dem großen Durchmesser der Querschnittsellipse der Kanalröhren entspricht. Der zurückgelegte Weg ist vielmehr vom kleinen Durchmesser der Querschnittsellipse abhängig und entsprechend kürzer. Damit treffen die Elektronen auf ihrem Weg durch die Kanalröhren erheblich häufiger auf den Sekundärelektronen emittierenden Innenbelag auf, was zu einem beträchtlich verbesserten Vervielfachungsgrad führt. Durch die zur Fortbewegungsrichtung der Primärelektronen geneigte Anordnung der Kanalröhre wird außerdem erreicht, daß die Primärelektronen schon unmittelbar nach ihrem Einfall durch die kreisförmigen Schnittflächen der Kanalröhren auf den Innenbelag auftreffen und so den Sekundärelektronen-Vervielfachungsvorgang in Gang setzen.

Die flach ovale Ausbildung der Kanalröhren könnte zu einer unerwünschten Richtungsabhängigkeit der Bildauflösung führen. Diese Erscheinung wird durch die kreisförmigen Schnittflächen an den Enden der Kanalröhren und durch eine solche Anordnung der Kanalröhren vermieden, daß die kreisförmigen Schnittflächen am Einlaß- und Auslaßenden der Kanalröhren miteinander fluchten.

In der Zeichnung ist die Erfindung beispielsweise veranschaulicht, und zwar zeigen Seiten 1, 2 v. 4, 9, 1970.

Fig. 1 a schematisch eine Seitenansicht eines erfindungsgemäßen Sekundärelektronen-Vervielfachers,

Fig. 1 b eine Fig. 1 a entsprechende Ansicht eines herkömmlichen Sekundärelektronen-Vervielfachers,

Fig. 2 a schematisch eine perspektivische Ansicht des Sekundärelektronen-Vervielfachers von Fig. 1 a,

Fig. 2 b eine End- und eine Seitenansicht der im Sekundärelektronenvervielfacher von Fig. 2 a verwendeten Kanalröhren,

Fig. 2 c eine Endansicht und eine Seitenansicht von in herkömmlichen Vervielfachern verwendeten Kanalröhren.

Fig. 3 a eine schematische Ansicht zum Erläutern der Funktion der erfindungsgemäßen Sekundärelektronen-Vervielfachung,

Fig. 3 b eine Vorderansicht der Kanalröhre von Fig. 3 a und

Fig. 4 eine Schnittansicht einer Bildverstärker-röhre mit dem erfindungsgemäßen Sekundärelektronenvervielfacher.

Fig. 1 b zeigt einen herkömmlichen Sekundärelektronen-Vervielfacher der Kanalbauart. Die Achse jeder Kanalröhre steht dabei senkrecht auf der Ebene, in der das aus den Kanalröhren gebildete Bündel geschnitten ist, d. h. der Ebene, in der die Primärelektronen in den Sekundärelektronen-Vervielfacher eintreten. Die Primärelektronenstrahlen, die beispielsweise der Lichtintensität eines ebenen Bildes proportional sind, treten also in den Sekundärelektronen-Vervielfacher im wesentlichen in rechten Winkeln zur Einlaßebene ein. Dieser Aufbau herkömmlicher Sekundärelektronen-Vervielfacher war deshalb nachteilig, weil die Primärelektronen nur schwer unter einem gewissen Einfallswinkel auf die innere Oberfläche der Kanalröhre auftreffen können. Das hat zur Folge, daß die Emission von primär-erzeugten Sekundärelektronen unzureichend ist.

Fig. 1 a zeigt einen erfindungsgemäßen Sekundärelektronen-Vervielfacher. Dieser ist so aufgebaut, daß die Achsen der Kanalröhren mit der Bewegungsrichtung der Primärelektronen einen Winkel α bilden. Die ankommenden Primärelektronen können leicht auf die unmittelbar am Einlaßende der Kanalröhren liegende Innenwand auftreffen.

Der Sekundärelektronen-Vervielfacher besteht aus einem Bündel von Kanalröhren 1, die üblicherweise aus Glas mit hohem Bleigehalt gefertigt sind. Das Glas wird vorzugsweise aus einem Material hergestellt, das einen niedrigen spezifischen Widerstand hat oder an seiner inneren Oberfläche mit einem dünnen Film aus einem Metall oder einem Metalloxyd beschichtet ist. Diese Beschichtung hat einen hohen Widerstand und wirkt als Emissionsoberfläche für Sekundärelektronen. Primärelektronenstrahlen 2 treten in den Vervielfacher ein und fallen auf die Innenwand der Kanalröhre 1. Die Innenwand emittiert Sekundärelektronenstrahlen 3 auf Grund des Sekundärelektronen-Vervielfachungseffekts. Am Auslaßende des Vervielfachers tritt ein vervielfachter Sekundärelektronenstrahl 4 aus dem Vervielfacher aus.

Fig. 2 a zeigt eine perspektivische Ansicht des in Fig. 1 a gezeigten Bündels aus Kanalröhren 1. Man erkennt, daß jedes Kanalrohr in einem etwa kreisförmigen Querschnitt endet. Dafür muß jede Kanalröhre einen elliptischen, also flach ovalen Querschnitt haben, wie in Fig. 2 b zu erkennen ist. Darin unterscheiden sich die erfindungsgemäßen Kanalröhren in ihrer Form wesentlich von den herkömmlichen Kanalröhren, die einen kreisförmigen Querschnitt aufweisen, wie Fig. 2 c zeigt. Der erfindungsgemäße Sekundärelektronen-Kanalvervielfacher zeichnet sich durch die Verwendung von Kanalröhren aus, die einen flach ovalen Querschnitt haben. Diese Kanalröhren werden zu einem Bündel zusammengefaßt, das schräg zur Achse der Kanalröhren geschnitten wird. Die Achse der Kanalröhren soll einen Winkel α von mindestens 30° mit der Bewegungsrichtung der ankommenden Primärelektronen bilden.

Fig. 3 a und 3 b zeigen eine einzige Kanalröhre des Sekundärelektronen-Vervielfachers nach der Erfindung in vergrößertem Maßstab. Fig. 3 a stellt einen durch die Linie A-A' von Fig. 3 b gehenden Schnitt dar. Die Fig. 3 a läßt erkennen, wie die Sekundärelektronen-Vervielfachung innerhalb der Kanalröhre vor sich geht. Ein ankommender Primärelektronenstrahl 2 tritt in die Kanalröhre 1 beim Einlaßende 11 ein und trifft auf die innere Wandoberfläche der Kanalröhre 1 auf. Während des wiederholten Auftreffens auf die Innenwandoberfläche im Innenraum der Kanalröhre 1 wird die Anzahl der emittierten Sekundärelektronen im Sekundärelektronenstrahl 3 vervielfacht, und schließlich tritt ein vervielfachter Sekundärelektronenstrahl 4 am Auslaßende 12 aus der Kanalröhre 1 aus. In der in Fig. 3 gezeigten Ausführungsform besteht die Kanalröhre 1 aus Glas, das innen eine Sekundärelektronen emittierende Beschichtung 13 aufweist, die beispielsweise eine dünne Schicht eines hohen elektrischen Widerstandes aus Metall oder einem Metalloxyd ist. Die dünne Schicht hohen Widerstandes kann weggelassen werden, wenn die Kanalröhre 1 aus einem Glas besteht, das einen hinreichend niedrigen spezifischen Widerstand aufweist und, wie das bereits beschrieben wurde, einen genügend hohen Bleigehalt aufweist.

In Fig. 3 b ist das Einlaßende 11 der Kanalröhre 1 zu erkennen, an dem die Primärelektronen eintreten. Man erkennt, daß dieses Einlaßende kreisförmigen Querschnitt hat. Das ergibt sich daraus, daß die einen flach ovalen Querschnitt aufweisende Kanalröhre in einer Stellung geschnitten wird, in der die Röhrenachse in Richtung der kleineren Ellipsenachse um einen Winkel α gekippt ist. Auf diese Weise nähert sich der Abschnitt der Kanalröhre mit an sich flach ovalem Querschnitt der Kreisform. Auf Grund der Kreisform jeder Kanalröhre am Einlaßende ist die Auflösung von zweidimensional verteilten einlaufenden Elektronenstrahlen, die einem Bild entsprechen, in jede Richtung gleich. Es ist zu verstehen, daß bei Verwendung des erfindungsgemäßen Sekundärelektronen-Kanalvervielfachers Bildverstärker erhalten werden können, die frei von jedem Richtungseffekt in der Auflösung sind.

Fig. 4 zeigt einen Bildverstärker, bei dem ein erfindungsgemäßer Sekundärelektronen-Kanalvervielfacher verwendet ist. Der Bildverstärker hat eine Vakuumhülle 7, in der die den Sekundärelektronen-Kanalvervielfacher aufbauenden Kanalröhren 1 eingeschlossen sind. Auf einer Seite des Sekundärelektronen-Vervielfachers ist eine Glasplatte 51 mit einer photoelektrischen Oberfläche 5 angeordnet, und zwar derart, daß die Oberfläche 5 der Ebene der Einlaßenden 11 der Kanalröhren 1 gegenüberliegt. Auf der anderen Seite des Sekundärelektronen-Vervielfachers ist eine Glasplatte 61 mit einer fluoreszierenden Oberfläche 6 so angeordnet, daß diese Oberfläche der Ebene der Auslaßenden 12 der Kanalröhren 1 des Sekundärelektronen-Vervielfachers gegenüberliegt. Die Glasplatten 51 und 61 können natürlich auch weggelassen und durch die einander gegenüberliegenden Innenwände der

Vakuumhülle 7 ersetzt werden. Über eine Linse 9 wird ein Bild 81 eines Gegenstandes 8 auf die photoelektrische Oberfläche 5 geworfen, die entsprechend dem Bild 81 Photoelektronen 21 emittiert. Diese Photoelektronen 21 werden durch ein durch eine äußere Energiequelle 16 aufgebautes positives elektrisches Feld angezogen und treten an deren Einlaßende 11 in die einzelnen Kanalröhren 1 ein, aus denen der Sekundärelektronen-Kanalvervielfacher besteht. In den Kanalröhren tritt auf Grund der oben beschriebenen Elektronenvervielfachung eine Vervielfachung ein, nach der die Elektronen den Vervielfacher am Auslaßende 12 der Kanalröhren 1 als Sekundärelektronen 41 wieder verlassen. Die Ebene der Einlaßenden 11 und der Auslaßenden 12 des Sekundärelektronen-Vervielfachers weisen eine elektrisch leitfähige Beschichtung auf. Zwischen diese Beschichtungen ist eine äußere Energiequelle 17 angeschlossen, deren Spannung innerhalb der Kanalröhren ein positives elektrisches Feld aufbaut. Weiter ist zwischen die Ebene der Auslaßenden 12 des Sekundärelektronen-Vervielfachers und die fluoreszierende Oberfläche 6 eine äußere Energiequelle 18 derart geschaltet, daß die fluoreszierende Oberfläche 6 positiv gegenüber der Ebene der Auslaßenden 12 geladen ist. Die aus den Auslaßenden 12 der Kanalröhren 1 austretenden Sekundärelektronen 41 werden so durch das positive Potential angezogen und fallen auf die fluoreszierende Oberfläche 6 auf. So erscheint auf dieser fluoreszierenden Oberfläche 6 ein verstärktes Bild 82, das für einen Betrachter 10 sichtbar ist.

Aus der obigen Beschreibung ist klageworden, daß durch die erfindungsgemäßen Maßnahmen die Wahrscheinlichkeit erhöht wird, daß die einlaufenden Primärelektronen auf die innere Oberfläche der Kanalröhren auftreffen. Die einlaufenden Primärelektronen werden so wirkungsvoll durch einen Sekundärelektronen-Vervielfachungseffekt vervielfacht. Da der Abschnitt der Kanalröhren am Einlaßende kreisförmig hat, kann eine Vielzahl solcher Kanalröhren zu einem Bündel zusammengefaßt werden, in dem die einzelnen Kanalröhren so liegen, daß die ihrer Lage entsprechenden Bildelemente eines Elektronenstrahlbildes ohne jeden Richtungseffekt in der Auflösung verstärkt werden.

Patentansprüche:

1. Sekundärelektronenvervielfacher, der eine Vielzahl von Kanalröhren aufweist, die einen Sekundärelektronen emittierenden Innenbelag haben, dadurch gekennzeichnet, daß die Kanalröhren einen ovalen Querschnitt haben, in einem Winkel zur Fortpflanzungsrichtung der einfallenden Primärelektronen angeordnet sind und an ihren Einlaß- und Auslaßenden kreisförmige Schnittflächen aufweisen.

2. Sekundärelektronenvervielfacher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Einlaß- und Auslaßenden der zu einem Bündel zusammengefaßten Kanalröhren miteinander fluchten.

